

Influence des conditions de la traite sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté à Maroua, Cameroun

**Justine MAÏWORÉ^{1*}, Marie-Paul BAANE², Alhadji TOUDJANI AMADOU¹,
Alain DAIBE OUASSING¹, Léopold TATSADJIEU NGOUNE³ et Didier MONTET⁴**

¹ *Université de Maroua, Ecole Normale Supérieure, Département des Sciences de la Vie et de la Terre, BP 55 Maroua, Cameroun*

² *Laboratoire de l'Hôpital de la Caisse Nationale de Prévoyance Sociale (CNPS), BP 120 Maroua, Cameroun*

³ *Université de Ngaoundéré, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles, Département des Sciences Alimentaires et Nutrition, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun*

⁴ *CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), Département des Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux. UMR 95 QUALISUD. Maison de la Technologie TA B-95/16, 73, rue JF Breton 34398 Montpellier Cedex 5, France*

* Correspondance, courriel : maiworejustine@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a été réalisée dans le but d'apprécier les qualités physico-chimiques et microbiologiques et, d'évaluer l'effet de l'amélioration des conditions hygiéniques du lait cru de vache trait à Maroua. Deux types d'échantillons ont été prélevés pour les analyses : le lait trait dans les conditions ordinaires (CO) de traite, pratiquées dans les fermes ; et le lait trait dans les conditions améliorées (CA), après application de quelques règles d'hygiène. Les analyses physico-chimiques révèlent que la température du lait est comprise entre 33,25 et 37,65°C ; le pH, entre 6,75 et 7,67 ; l'acidité Dornic et la densité sont comprises respectivement entre 18,70 et 26,72 °D et entre 1,023 et 1,03°D. Les analyses microbiologiques révèlent que dans l'ensemble, la flore détectable des échantillons décroît des conditions ordinaires (CO) vers les conditions améliorées (CA). La flore totale passe ainsi de 4,6 - 7,67 Log₁₀UFC/mL dans les CO à 2,3 - 5,95 Log₁₀UFC/mL dans les CA ; la flore fongique passe de 1,24 - 5,54 dans les CO à 0,70 - 3,22 Log₁₀UFC/mL dans les CA. Les coliformes fécaux passent de 2,18-3,95 Log₁₀UFC/mL dans les CO à 1,30 - 3,23 Log₁₀UFC/mL (CA) ; les streptocoques fécaux passent de 0,67 - 1,76 Log₁₀UFC/mL (CO) à 0,46-0,9 Log₁₀UFC/mL (CA) ; les staphylocoques passent de 2,04 - 4,11 Log₁₀UFC/mL (CO) à 1,84 - 2,78 Log₁₀UFC/mL (CA) Dans l'ensemble seuls deux échantillons sont contaminés par les salmonelles. L'amélioration des conditions hygiéniques de la traite, a permis de réduire la charge microbienne des échantillons de lait cru analysés. Ces réductions moyennes sont de l'ordre de 26,41 à 99,98 pour la FAMT ; 92,42 pour les coliformes fécaux ; 96,66 % pour les coliformes totaux ; 99,33 % pour la flore fongique ; 94,70 % pour les Streptocoques fécaux et 100 % pour les staphylocoques et salmonelles. Il ressort de ces travaux que tous les échantillons prélevés dans les CO sont de mauvaise qualité. Après application de quelques règles d'hygiène, 50 % des échantillons analysés respectent la norme.

Mots-clés : *flore bactérienne, lait cru, conditions ordinaires, conditions améliorées.*

Abstract

Influence of milking conditions on physico-chemical and microbiological quality of raw milk collected in Maroua, Cameroon

This study was carried out in order to appreciate the physico-chemical and microbiological qualities of raw milk and, to evaluate the improvement of the hygienic conditions of milking raw milk in Maroua. Two types of samples were collected : raw milk collected according to the ordinary conditions (OC) of milking applied in stock farms and; after application of some rules of hygiene or ameliorated conditions (AC). The physico-chemical analyses revealed that the temperature of milk was between 33.25 and 37.65°C; the pH between 6.75 and 7.67; the Dornic acidity and the density were respectively, between 18.70 to 26.720 °D and 1.023 to 1.03. The microbiological analyses revealed in general that the detectable flora of the samples decrease from the ordinary conditions to ameliorated conditions. So, the total flora passed from 4.6 - 7.67 Log₁₀ CFU/mL in OC to 2.3 - 5.95 Log₁₀ CFU/mL in AC ; The fungal flora passed from 1.24 - 5.54 in OC to 0.70 - 3.22 Log₁₀ CFU/mL in AC. The faecal coliforms passed from 2.18 - 3.95 Log₁₀ CFU/mL in OC to 1.30 - 3.23 Log₁₀ CFU/mL (AC) ; faecal *Streptococcus* passed from 0.67 - 1.76 Log₁₀ CFU/mL (OC) to 0.46 - 0.9 Log₁₀ CFU/mL (AC) ; *Staphylococcus* passed from 2.04 - 4.11 Log₁₀ UFC/mL (OC) to 1.84 - 2.78 Log₁₀ CFU/mL (AC). Only two of the analyzed samples were contaminated with *Salmonella*. The improvement of milking hygienic conditions permitted to reduce the microbial concentration of the analyzed samples. These average reductions were comprised between 26.41 to 99.98 for total flora (TAMF); 92.42 for faecal coliforms; 96.66 % for the total coliforms; 99.33 % for the fungal flora; 94.70 % for the faecal *Streptococcus*; 100 % for *Staphylococcus* and *Salmonella*. All the samples collected in OC were of poor quality. On the other hand 50% of the samples were satisfactory when the hygienic conditions of milking were improved.

Keywords : *bacterial flora, raw milk, ordinary conditions, improved conditions.*

1. Introduction

De part sa composition et ses qualités nutritionnelles, le lait contribue au bien être de l'Homme [1, 2]. Il est considéré à la fois comme aliment et boisson, est d'un grand intérêt nutritionnel et se prête à de nombreuses applications culinaires, industrielles et technologiques [3, 4]. Dans la zone Nord du Cameroun le lait est largement consommé et ce sous diverses formes [5, 6]. Le lait cru recueilli auprès des éleveurs peut être directement bouilli pour la consommation domestique, ou alors vendu aux transformateurs locaux pour la production de nombreux produits dérivés tels que le yaourt, le fromage, le beurre et d'autres laits fermentés ("pendidam" et "Kidirmou"). De nombreuses études scientifiques ont montré que les produits laitiers préparés traditionnellement à partir du lait cru ont des saveurs typiques et des qualités nutritionnelles de plus en plus recherchées par le consommateur [7, 8]. A Maroua, la production de lait cru, destinée à la consommation ou à la transformation est dominée par le secteur informel à travers de petites exploitations. Les vaches sont en effet élevées dans les enclos disséminés en zone périphérique de la ville. En général, ces fermes sont mal entretenues et ne sont pas constamment nettoyées. Au moment de traire le lait, tout se passe à l'air libre, sans aucun respect des règles d'hygiène, que ce soit pour les ustensiles utilisés ou pour le trayeur. La traite du lait se fait par usage des méthodes traditionnelles [9, 10]. Or la production du lait de bonne qualité exige l'application d'un certain nombre de règles d'hygiène au niveau des fermes. Lorsque ces conditions ne sont pas respectées, de nombreux microorganismes peuvent proliférer et conduire à un lait de qualité douteuse [11]. Les microorganismes trouvent dans le lait un substrat idéal pour leur développement. La présence de nombreux facteurs de croissance permet ainsi de

satisfaire de nombreuses espèces microbiennes exigeantes et difficiles à cultiver dans un milieu moins complet [12]. Ce lait de mauvaise qualité peut renfermer des microorganismes opportunistes, voire pathogènes comme les salmonelles et *Staphylococcus aureus* [11]. La présence de ces microorganismes dans le lait et ses produits dérivés peut causer des maladies d'origine alimentaire et entraîner de graves problèmes de santé tels que : la fièvre ; les vomissements ; la diarrhée, une insuffisance rénale potentiellement mortelle ; des fausses couches et même la mort [13]. Les analyses microbiologiques de quelques échantillons de yaourts et laits fermentés consommés dans la ville de Maroua ont révélé que la majorité de ces produits n'étaient pas de bonne qualité [14]. Cette mauvaise qualité serait probablement liée à la matière première utilisée, en occurrence, le lait cru. Les éleveurs de bétail dans cette zone n'ont généralement aucune formation et ne respectent pas les règles d'hygiène lors de la traite du lait. Cette étude se propose d'évaluer les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru traité dans les conditions des fermiers. Il s'agit aussi d'autre part d'évaluer l'effet de l'amélioration des conditions hygiéniques de traite sur sa qualité de ce lait. L'objectif général de ce travail est donc de déterminer l'impact des conditions de la traite sur la qualité physico-chimique et microbiologique du lait cru collecté à Maroua (Cameroun).

2. Méthodologie

2-1. Échantillonnage

Au total, 40 échantillons de laits entiers de petits mélanges ont été prélevés auprès de 10 fermiers sédentaires de la ville de Maroua de Janvier à Avril 2015. Pour les analyses microbiologiques, deux types d'échantillons par producteurs, ont été prélevés : l'un, dans les conditions ordinaires (CO) et les méthodes propres à chaque éleveur ; le second, dans les conditions améliorées (CA) répondant aux normes de la traite (lavage des pis de la vache, nettoyage du matériel de la traite, lavage des mains du trayeur avec un désinfectant). Les échantillons recueillis prélevés ont été introduits dans des bouteilles en polyéthylène stériles de 500 mL, étiquetés puis placés dans une glacière contenant des carboglaces congelés afin d'être acheminés au laboratoire pour les analyses ultérieures.

2-2. Analyses physico-chimiques

Le pH a été mesuré par immersion directe de l'électrode du pH-mètre électronique (HANNA) pendant 2 minutes dans 50 mL de lait cru contenu dans un bécher. L'opération a été répétée trois fois. L'acidité a été déterminée par la technique de titration. Pour cela, 10 mL de lait cru ont été prélevés et versés dans un bécher. Trois à 4 gouttes de phénolphthaléine ont été ajoutées au lait cru et le mélange a été homogénéisé. La titration a été faite à température ambiante par ajout gouttes à gouttes de la solution de NaOH de 0,1N jusqu'au virage au rose [15, 16]. L'acidité a été exprimée en degré Dornic (1°Dornic correspond à 0,1g d'acide lactique). Pour chaque échantillon, l'opération a été répétée 3 fois. La densité a été effectuée par la méthode de [17]. L'échantillon a été homogénéisé par transvasement en évitant la formation de la mousse. Le lait a ensuite été versé dans l'éprouvette de 500 mL tenue inclinée en évitant la formation de mousse et en prenant soin la remplir complètement. Le thermolactodensimètre a ensuite été plongé doucement dans le lait, en le retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre et, en prenant soin de le laisser flotter librement dans le lait. Un léger mouvement de rotation lui a ensuite été imprimé. Après équilibre, la densité et la température ont été lues au niveau supérieur du ménisque d'affleurement du lait sur la tige. Lorsque la température est différente de 20 °C des corrections sont faites par ajout de 0,0002 par degré si la température est au dessus de 20 °C ou par réduction de 0,0002 sur la densité brute si elle est inférieure à la température standard.

2-3. Analyses microbiologiques

Le lait cru a été homogénéisé et les dilutions décimales effectuées par ajout de 1 mL de la solution mère de chaque échantillon dans 9 mL d'eau peptonnée (Oxoid Cambridge, UK). Cette opération a été répétée dans une série de tubes à essai jusqu'à obtenir la dilution voulue. Après homogénéisation, ces échantillons dilués ont été ensemencés en double sur des milieux de culture et incubés à des températures appropriées en fonction du microorganisme recherché. Pour isoler la flore totale, 100 µL d'échantillon ont été ensemencés sur la gélose PCA (Plate Count Agar (Oxoid, Basingstoke, UK). Les boîtes ont été incubées dans une étuve à 30 °C pendant 72 heures et les colonies obtenues dénombrées [18]. Les résultats sont exprimés en unités formant colonies par ml de lait (UFC/mL). La flore lactique a été dénombrée après ensemencement de 100 µL de chaque échantillon dilué sur une gélose MRS (Man, Rogosa et Sharpe) additionnée de cycloheximide (0,1 mg/L). Après 48 heures d'incubation à 37 °C les colonies blanches de taille uniforme ont été dénombrées. Pour le dénombrement des coliformes, 100 µL de chaque dilution ont été ensemencés sur la gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL; Oxoid, Scharleau, Espagne), les boîtes ont été incubées à 37 °C pour les coliformes totaux et 44 °C pour les coliformes fécaux. Après 24 heures d'incubation, les colonies rouge-pourpres de 0,5 mm de diamètre et ayant une zone de précipitation ont été dénombrées [19]. La flore fongique a été dénombrée après ensemencement 100 µL de chaque dilution de lait sur la gélose de Sabouraud (Fluka, Sigma-Aldrich, India) additionnée de Chloramphenicol et incubation à 25 °C pendant 3 à 5 jours.

Pour le dénombrement présomptif de *Salmonella spp.*, 25 mL de lait cru ont été ajoutés à 225 mL d'eau peptonnée tamponnée et le mélange incubé à 37°C pendant 24 heures. Un millilitre de préculture a été ajouté à 100 mL de bouillon Rappaport-Vassiliadis (Merck, Germany) et Muller Kauffmann. Chaque mélange a ensuite été incubé à 37 °C pendant 24 h pour un enrichissement sélectif. A l'aide d'une anse de platine, la précédente préculture a été ensemencée sur la gélose XLD (Oxoid, Basingstoke, England) contenue dans des boîtes de pétri et l'incubation a été faite à 37 °C pendant 24 h. La présence des Salmonelles est caractérisée par des colonies à centre noir matérialisant la formation d'un précipité de sulfure de Fer [20]. Le dénombrement des streptocoques fécaux a été effectué après ensemencement de 100 µL d'échantillon sur la gélose Slanetz et Bartley. Les boîtes ont été incubées à 44 °C pendant 24 à 48 heures dans une étuve puis dénombrées en considérant les colonies de taille moyenne, roses, rouges violacées ou marrons sans auréole blanche. Au cours du dénombrement des staphylocoques, les échantillons ont été ensemencés par des stries transversales sur la gélose Chapman. Après incubation à 37 °C pendant 24 à 48 h. Les staphylocoques forment en général de petites colonies rouges qui modifient la teinte du milieu. La coloration de Gram a été effectuée sur les différentes colonies et seuls les cocci Gram+ groupés en grappes ont été retenus. Le test de catalase et la recherche de coagulase ont ensuite été réalisés sur les colonies obtenues. Seules les bactéries catalase + et celles ayant produit un coagulum ont été retenues.

2-4. Impact des règles d'hygiène sur la flore microbienne et interprétation générale de la qualité des laits

L'impact général de l'application quelques règles d'hygiène au moment de traire le lait a été calculé par la méthode décrite par [21] où la concentration microbienne du lait prélevé dans les CO est considéré comme étant au taux de 100%. L'impact de désinfection D a été déduit en utilisant la formule $D=100-X$. L'interprétation générale a été obtenue par comparaison de la qualité microbiologique de nos échantillons avec la norme française AFNOR.

2-5. Analyses statistiques

Les logiciels Microsoft Office Excel 2007 et STATGRAPHICS centurion 17.1.06 ont été utilisés pour le traitement des données. Les moyennes plus ou moins l'écart type des différentes répétitions ont été obtenues en utilisant l'ANOVA à un facteur. Le test de DUNCAN a permis de comparer les moyennes des différents échantillons de chaque site. Le seuil de signification considérée était de 5 %.

3. Résultats

3-1. Qualité physico-chimique des laits crus

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques des échantillons de lait cru analysés sont consignés dans le **Tableau 1**. Ce dernier révèle que le pH est compris entre $6,75 \pm 0,21$ (S8) et $7,67 \pm 0,04$ (S5); l'acidité oscille entre $18,70 \pm 0,80$ (S2) et $26,72 \pm 0,55$ °D (S1) avec 90% des échantillons ne répondant pas aux normes; la densité oscille entre $1,02 \pm 0$ et $1,03 \pm 0$, avec environs 80 % des échantillons de lait cru ayant une densité inférieure à 1,028 ($1,028 < \text{densité normale} < 1,033$), soit en dessous de la norme. Les températures mesurées directement à la sortie des pis variaient entre $33,25 \pm 0,21$ °C (S10) et $37,65 \pm 0,21$ °C (S1). Une différence significative à un seuil de 5 % a été observée entre les moyennes des échantillons pour chaque paramètre étudié.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques du lait cru

Site d'étude	pH	Acidité titrable	Densité	Température
Normes	6,6-6,8	16-18 °D	1,028-1,033	
S1 = Hardé	$7,05 \pm 0,212^{bc}$	$26,72 \pm 0,55^g$	$1,03 \pm 0,0014^d$	$37,65 \pm 0,212^e$
S2 = Hardé	$6,95 \pm 2,219^{ab}$	$18,73 \pm 0,80^a$	$1,02 \pm 0,0007^{ab}$	$34,2 \pm 0,282^b$
S3 = Domayo	$7,31 \pm 0,028^c$	$20,84 \pm 0,05^{bc}$	$1,025 \pm 0,0014^{ab}$	$34,3 \pm 0,141^b$
S4 = Domayo complexe	$7,275 \pm 0,035^c$	$24,63 \pm 1,16^f$	$1,026 \pm 0,0014^{abc}$	$35,25 \pm 0,353^c$
S5 = Kakataré	$7,67 \pm 0,042^d$	$21,20 \pm 0,82^c$	$1,03 \pm 0,0021^d$	$34,45 \pm 0,070^b$
S6 = Domayo	$7,12 \pm 0,007^{bc}$	$22,32 \pm 0,53^d$	$1,027 \pm 0,0007^{bcd}$	$35,85 \pm 0,212^d$
S7 = Kongola	$7,19 \pm 0,014^{bc}$	$20,13 \pm 0,23^b$	$1,029 \pm 0,0021^{cd}$	$36,1 \pm 0,141^d$
S8 = Pitoaré	$6,75 \pm 0,212^a$	$22,76 \pm 0,08^{de}$	$1,031 \pm 0,0014^d$	$36,15 \pm 0,070^d$
S9 = Palare	$7,20 \pm 0,035^{bc}$	$23,8 \pm 0,28^{ef}$	$1,026 \pm 0,0028^{abc}$	$35,8 \pm 0,141^d$
S10 = Palare	$7,27 \pm 0,042^c$	$24,75 \pm 0,34^f$	$1,023 \pm 0,0014^a$	$33,25 \pm 0,212^a$

Les valeurs suivies des lettres différentes sont significativement différentes ($P < 5\%$).

3-2. Flore microbienne du lait dans les conditions ordinaires et améliorées

3-2-1. Flore aérobie mésophile Totale (FMAT)

Le dénombrement de la FMAT dans les conditions ordinaires (CO) et conditions améliorées (CA) a permis d'obtenir les résultats consignés dans le **Tableau 2**. Ces résultats montrent une hétérogénéité entre les différents sites. Les valeurs oscillent entre $4,56 \pm 0,80$ (S4) et $7,67 \pm 0,96$ Log₁₀UFC/mL (S6) pour les échantillons prélevés dans les CO. Au vue des normes (10^5 UFC/mL), environs 90% des échantillons analysés dans les CO ne répondent pas aux normes, Seul le site S4 avait une charge microbienne inférieure à la norme. En améliorant les conditions de la traite, les valeurs de la FAMT se situent et entre $2,38 \pm 0,93$ (S5) et $5,95 \pm 0,15$ Log₁₀ UFC/mL (S9) dans les CA. Environs 70 % des échantillons répondent aux normes avec une charge en microorganismes inférieures à 5,00 Log₁₀ UFC/mL.

3-2-2. Flore lactique

Dans les CO, les valeurs de la flore lactique (**Tableau 2**) oscillent entre $2,24 \pm 0,07$ (S6) et $4,17 \pm 0,15 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$ (S9). Dans certains échantillons tels que ceux du site S5, les bactéries lactiques n'ont pas été détectées. Après amélioration des conditions de traite, bien que cette flore soit comprise entre $2,30 \pm 0,03$ (S6) et $4,16 \pm 0,85 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$. Cette flore n'a pas été détectée dans les échantillons des sites une baisse de cette flore a été observée dans les échantillons des sites S2, S3, S8 et S9.

3-2-3. Flore fongique

La concentration de la flore fongique (**Tableau 2**) varie entre $1,24 \pm 0,03$ (S3 et S8) et $5,54 \pm 0,85 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$ (S5) dans les CO avec 80 % d'échantillons contaminés tandis que dans les CA, cette flore oscille entre $0,70 \pm 0,85$ (S3) et $3,22 \pm 0,69 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$ (S5) avec 50 % d'échantillons des sites (S1, S2, S7, S8 et S10) dans lesquels la flore fongique n'a pas été détectée.

3-2-4. Coliformes fécaux

Le dénombrement des coliformes fécaux a permis d'obtenir les résultats consignés dans le **Tableau 3**. Ceux-ci révèlent que la concentration en coliformes fécaux dans les CO, ont des valeurs comprises entre $2,18 \pm 0,03$ (S3) et $3,95 \pm 0,02 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$ (S1), avec 30 % d'échantillons analysés ne répondant pas aux normes ($< 3,00 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$). Dans les CO, les coliformes fécaux n'ont pas été détectés dans les échantillons des sites S9 et S5. Dans les CA par contre, la concentration en coliformes fécaux détectables est comprise entre $1,30 \pm 0,07$ (S7) et $3,23 \pm 0,01 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$ (S1) avec 90 % des échantillons ayant une charge inférieure à 10^3 UFC/mL et seulement 10 % ne respectant pas la norme. Seuls les échantillons du site S1 ont une charge supérieure à la norme. Dans les CA, les coliformes fécaux n'ont pas été détectés dans les échantillons des sites S4, S5, S8 et S9.

3-2-5. Coliformes Totaux

Le dénombrement des coliformes totaux a permis d'obtenir les résultats consignés dans le **Tableau 3**. Ces derniers révèlent que dans les CO la flore détectable des coliformes totaux est comprise entre $2,04 \pm 0,04$ (S3) et $4,48 \pm 0,01 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$ (S8). Parmi ces échantillons, ceux du site S5 avaient une flore non détectable. Ces résultats montrent que la majorité (90 %) des échantillons ont une charge en coliformes ne respectant pas la norme ($< 10/\text{g}$). Dans les CA par contre, cette flore est moins abondante avec des valeurs allant de $1,60 \pm 0,026$ (S7) à $3,64 \pm 0,01 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$ (S6). Ces microorganismes n'ont pas été détectés dans les échantillons des sites S4 et S5.

3-2-6. Streptocoques fécaux

Les résultats révèlent que, dans les CO, les streptocoques fécaux n'ont pas été dénombrés dans les échantillons des sites S1, S4, S5 et S6 (**Tableau 3**). Ils représentent ainsi 40 % des échantillons analysés. On note la présence de streptocoques fécaux dans les échantillons S2, S3, S7, S8, S9, et S10, représentant avec la valeur maximale de $1,76 \pm 0,02 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/mL}$. Ces échantillons représentant 60 % ne sont pas conformes à la norme (absence). Après amélioration des conditions de traite (CA), la concentration maximale de streptocoques fécaux est de $0,95 \pm 0,10$ (S3) avec 30 % seulement d'échantillons infectés (S3, S7, S8).

3-2-7. Staphylocoques

L'analyse des résultats (**Tableau 3**) révèle que dans les CO, 70 % des échantillons de laits crus contaminés. Le dénombrement des Staphylocoques a permis d'obtenir les résultats dont les valeurs sont comprises entre 0 et $(1,3 \pm 0,1) \times 10^4$ UFC/mL (S5) dans les CO, avec Dans les CA par contre, les différents échantillons de laits crus, variaient entre 0 et $(6,0 \pm 0,20) \times 10^2$ UFC/mL (S4) avec 20 % seulement d'échantillons contaminés. Les échantillons S3, S6 et S5 étaient dépourvus de staphylocoques dans les deux conditions.

Tableau 2 : Flore microbienne du lait cru

Sites d'étude	FAMT (Log ₁₀ UFC/mL)		Bactéries lactiques (Log ₁₀ UFC/mL)		Flore fongique (Log ₁₀ UFC/mL)	
	CO	CA	CO	CA	CO	CA
S1 = Hardé 1	7,38±1,63 ^d	3,66±0,75 ^a	2,89±0,21 ^a	3,26±0,45 ^b	ND	ND
S2 = Hardé 2	6,45±1,55 ^c	2,81±0,33 ^a	3,99±0,03 ^c	ND	3,35±0,55 ^a	ND
S3 = Domayo 1	7,43±1,75 ^e	4,45±0,05 ^{ab}	4,14±0,15 ^d	3,52±0,98 ^c	1,24±0,03 ^a	0,70±0,85 ^a
S4 = Domayo cplx	4,56±0,80 ^a	4,93±0,55 ^c	3,48±0,85 ^b	3,59±0,69 ^c	2,44±0,03 ^a	1,88±0,55 ^a
S5 = Kakataré	6,10±0,33 ^b	2,38±0,93 ^a	ND	ND	5,54±0,85 ^b	3,22±0,69 ^b
S6 = Domayo 2	7,67±0,96 ^f	4,65±0,89 ^{bc}	2,24±0,07 ^a	2,30±0,03 ^a	3,41±0,85 ^a	1,90±0,45 ^a
S7 = Kongola	5,78±0,03 ^{ab}	5,62±0,63 ^d	2,45±0,23 ^a	2,47±0,17 ^a	3,47±0,85 ^a	ND
S8 = Pitoaré	7,55±0,80 ^e	4,08±0,05 ^{ab}	3,54±0,85 ^a	2,40±0,85 ^a	1,24±0,55 ^a	ND
S9 = Palare 1	6,16±0,35 ^e	5,95±0,15 ^e	4,17±0,15 ^e	4,16±0,85 ^d	1,90±0,45 ^a	1,18±0,85 ^a
S10 = Palare 2	5,15±0,45 ^a	3,35±0,03 ^a	1,15±0,45 ^a	ND	ND	ND

Les valeurs suivies des lettres différentes sont statistiquement différentes ($P < 5 \%$)

CO : conditions ordinaires CA : Conditions améliorées ; + : Présence - : Absence

* valeurs statistiquement différentes lues sur la même ligne et pour le même microorganisme ($P < 5 \%$)

ND : Non détecté

Tableau 3 : Flore potentiellement pathogène du lait cru

Sites de prélèvement	Coliformes Féciaux. (Log ₁₀ UFC/mL)		Coliformes totaux (Log ₁₀ UFC/mL)		Salmonelles (Log ₁₀ UFC/mL)		Streptocoques fécaux (Log ₁₀ UFC/mL)		Staphylocoques (Log ₁₀ UFC/mL)	
	CO	CA	CO	CA	CO	CA	CO	CA	CO	CA
S1 : Hardé 1	3,95±0,02 ^a	3,23±0,01 ^c	2,93±0,04 ^a	2,62±0,01 ^a	+	-	ND	ND	2,70±0,04 ^a	1,84±0,03 ^b
S2 : Hardé 2	3,82±0,01 ^b	2,70±0,06 ^b	4,04±0,08 ^{bc}	3,59±0,02 ^b	-	-	1,08±0,07 ^{bc}	ND	2,46±0,05 ^a	ND
S3 : Domayo1	2,18±0,03 ^a	1,48±0,03 ^a	2,04±0,04 ^a	1,78±0,04 ^a	-	-	1,04±0,04 ^c	0,95±0,10 ^c	ND	ND
S4 : Domayo C	2,92±0,02 ^a	ND	4,12±0,01 ^c	ND	-	-	ND	ND	3,87±0,01 ^b	2,78±0,01 ^c
S5 : Kakataré	ND	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	4,11±0,03 ^c	ND
S6 : Domayo2	3,81±0,01 ^b	2,60±0,01 ^b	3,99±0,04 ^b	3,64±0,01 ^b	+	-	ND	ND	ND	ND
S7 : Kongola	2,30±0,00 ^a	1,30±0,07 ^a	2,38±0,02 ^a	1,60±0,02 ^a	-	-	0,90±0,05 ^{bc}	0,46±0,15 ^b	ND	ND
S8 : Pitoaré	3,00±0,04 ^a	ND	4,48±0,01 ^d	3,00±0,01 ^a	-	-	1,76±0,02 ^a	0,46±0,15 ^{ab}	2,48±0,01 ^a	ND
S9 : Palare 1	ND	ND	2,70±0,04 ^a	2,04±0,00 ^a	-	-	1,04±0,04 ^c	ND	2,04±0,02 ^a	ND
S10 : Palare 2	2,41±0,02 ^a	2,30±0,02 ^a	3,78±0,01 ^b	3,54±0,01 ^b	-	-	0,67±0,19 ^{ab}	ND	2,70±0,01 ^a	ND

Les valeurs suivies des lettres différentes sont statistiquement différentes ($P < 5 \%$)

CO : conditions ordinaires CA : Conditions améliorées ; + : Présence - : Absence

* valeurs statistiquement différentes lues sur la même ligne et pour le même microorganisme ($P < 5 \%$)

ND : Non Détecté

3-2-8. Salmonelles

La recherche des Salmonelles dans les différents échantillons de lait cru, a permis d'obtenir les résultats consignés dans le **Tableau 3**. L'analyse de ces résultats révèle que dans les CO, 20 % (S1 et S6) d'échantillons analysés ont présenté des colonies à centre noir et de ce fait ne respectent pas la norme (absence). Dans les CA par contre, les salmonelles n'ont été détectées dans aucun échantillon.

3-2-9. Impact des règles d'hygiène sur la flore microbienne et interprétation générale de la qualité des laits

Les taux de réduction des microorganismes dénombrés dans les différents échantillons sont présentés dans le **Tableau 4**. Le taux de réduction varie en fonction du producteur et de la flore microbienne analysée. Les taux de réduction suivants ont été obtenus : 90,47 % pour la flore totale; 82,56 % pour les coliformes fécaux ; 68,51 % pour les coliformes totaux ; 89,33 pour la flore fongique ; 79,53 pour les streptocoques fécaux ; 96,84 % pour les staphylocoques et 100 % pour les salmonelles. Le **Tableau 5**, présente une interprétation des différents échantillons de lait cru analysés en fonction des microorganismes dénombrés. Il en ressort qu'aucun échantillon prélevé dans les CO n'avait une qualité satisfaisante. Par contre, dans les CA, 5 échantillons (S3, S4, S5, S8, S10) se sont avérés avoir une qualité acceptable.

Tableau 4 : Taux de réduction de la flore microbienne

Sites d'étude	FAMT	CF	CT	FF	SF	Staph.	Salm.
S1	99,98±4,76	81,11±5,55	51,16±0,69	-	-	86,00±9	100
S2	99,98±3,22	92,42±0,45	64,86±1,80	100	100	100	-
S3	99,93±16,12	80,00±5,33	45,45±4,5	-	20,00±9,09	-	-
S4	81,25±5,93	100	100	50±5	-	91,89±1,08	-
S5	99,97±7,13	-	-	99,33±16,5	-	100	-
S6	99,92±1,88	93,84±1,38	55,5±8,08	96,00±3,20	-	-	100
S7	26,41±3,77	90,00±3,50	83,33±3,75	100	62,5±00	-	-
S8	99,93±3,22	100	96,66±2,66	100	94,7±1,70	100	-
S9	99,21±1,55	-	78,00±8	80,00±1,8	100	100	-
S10	98,12±12,18	23,07±3,84	41,66±1,66	-	100	100	-
Taux moyen	90,47	82,56	68,51	89,33	79,53	96,84	100

*FAMT : flore aérobie mésophile totale ; CF : coliformes fécaux ; CT : Coliformes totaux ;
FF : Flore fongique ; SF : Streptocoques fécaux ; Staph : Staphylocoques ; Salm : Salmonelles ;
(-) = absence de micro-organismes*

Tableau 5 : Récapitulation et interprétation de la qualité du lait cru

Echantillons et sites		conditions de traite	Interprétation
S1	Hardé 1	CO	Non acceptable
		CA	Non acceptable
S2	Hardé 2	CO	Non acceptable
		CA	Non acceptable
S3	Domayo 1	CO	Non acceptable
		CA	Acceptable
S4	Domayo complexe	CO	Non acceptable
		CA	Acceptable
S5	Kakataré	CO	Non acceptable
		CA	Acceptable
S6	Domayo 2	CO	Non acceptable
		CA	Non acceptable
S7	Kongola	CO	Non acceptable
		CA	Non acceptable
S8	Pitoaré	CO	Non acceptable
		CA	Acceptable
S9	Palare 1	CO	Non acceptable
		CA	Non acceptable
S10	Palare 2	CO	Non acceptable
		CA	Acceptable

4. Discussion

4-1. Qualité physico-chimique des laits crus

Une différence a été observée au niveau du pH des échantillons de lait cru. En plus, le pH du lait cru doit être compris entre 6,6 et 6,8. Or les pH des laits analysés sont pour la plupart au-dessus de 6,8 (90 % des échantillons analysés). Ces valeurs élevées pourraient se justifier par l'état sanitaire des vaches. En effet, les vaches ayant des mammites produisent généralement un lait alcalin au goût salé plus susceptible à la lipolyse et à la protéolyse [22]. Les différences observées entre les échantillons pourraient s'expliquer par les variabilités liées au climat, au stade de lactation, à la disponibilité alimentaire, à l'apport hydrique, à l'état de santé des vaches et aux conditions hygiéniques de la traite [22]. Le pH permet de définir la nature fraîche ou fermentée du lait et l'état sanitaire des vaches et de l'hygiène de la traite [23]. Les résultats obtenus au cours de cette étude sont largement au dessus de ceux obtenus par [24] sur le lait de vache en Algérie. Les résultats obtenus sur l'acidité ont révélé des valeurs élevées et au dessus de la norme pour 90 % d'échantillons. Cette acidité élevée serait due à une concentration microbienne importante apportée lors de la traite. A cela peut également s'ajouter le manque de système de réfrigération car, lorsque le lait n'est pas refroidi immédiatement et que la température ambiante est élevée, il peut s'acidifier. La différence élevée de l'acidité observée entre les échantillons de lait cru serait due aux conditions de traite dont les pratiques varient d'un producteur à un autre producteur. Les résultats obtenus sont très différents de ceux obtenus par [24, 25] sur les laits crus d'Algérie avec des moyennes respectivement de 17,8 et 18°D. Les résultats obtenus par [22] par contre étaient supérieurs aux nôtres, cette acidité élevée obtenue serait due non seulement à l'activité des bactéries lactiques mais aussi par celle des autres microorganismes qui ont un pouvoir fermentaire élevé [16, 26]. Les valeurs moyennes des densités du lait cru obtenues sont faibles. La densité du lait cru dépend : de la teneur en matière sèche, du taux de matière grasse, de la température et des disponibilités alimentaires. En considérant la période de l'étude, la saison sèche, certains auteurs [27] ont montré que généralement la densité du lait cru est maximale en période chaude,

coïncidant avec notre période d'étude et minimale en période humide. Or, la densité moyenne des échantillons analysés présente une tendance inverse. Ceci peut s'expliquer par un mouillage frauduleux du lait par certains éleveurs, dans le but d'augmenter leur revenu [20, 28]. Les valeurs élevées de la température peuvent s'expliquer par l'environnement dans lequel les vaches sont élevées, notamment la température ambiante très élevée durant la période d'étude (autour de 38-40°C). De plus, la traite se fait à l'air libre et pendant ce temps, il peut y avoir des coups de vent qui ont tendance à rafraîchir le liquide quelque soit la température ambiante. Les auteurs tels que [29] ont démontré que les températures du lait cru obtenues en saison pluvieuse (plus froides) étaient différentes de celles obtenues en saison sèche (chaude). Ils ont obtenu des températures élevées de l'ordre de 44°C en saison sèche et chaude de l'année, période coïncidant avec celle de notre étude. Ces valeurs sont légèrement supérieures aux résultats obtenus au cours de nos analyses. Les travaux de [30] ont révélé que la température du lait apporté au centre de collecte est proche de la température ambiante. La température élevée couplée à une absence de chaîne de froid induirait une forte contamination avec pour résultat une acidification entre 12 et 24 heures [31].

4-2. Flore microbienne du lait dans les conditions ordinaires et améliorées

La FMAT reflète la qualité microbiologique générale du lait cru, ainsi peut donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du lait [32]. Les valeurs élevées de la flore totale dans nos échantillons collectés dans les CO seraient une conséquence des mauvaises pratiques d'hygiène au niveau des fermes [33]. Une analyse effectuée sur le lait frais en Algérie par [34] a révélé que de nombreux échantillons étaient fortement contaminés avec un taux de 60 % au-dessus de la norme. Ces valeurs de concentration de la flore totale sont par contre inférieures aux résultats obtenus au cours de ces travaux. Les travaux de [35] ont révélé des contaminations de l'ordre de 10^6 . Après amélioration des conditions d'hygiène (CA), une baisse de la FMAT été observée au cours de nos analyses et, le taux d'échantillons respectant la norme est passé de 30 dans les CO à 70 % dans les CA. Les résultats obtenus sont légèrement inférieurs de ceux obtenus par [33] au Burkina Faso, où 100 % des échantillons traités dans les conditions expérimentales répondaient aux normes. Cette réduction de la charge microbienne serait due à l'amélioration des conditions hygiéniques de la traite (lavage des mains du trayeur, nettoyage des ustensiles de la traite et désinfection des mamelles). Dans les CO, la flore lactique n'a pas été détectée dans les échantillons du site 5, ce qui serait dû au fait que sur ce site, les vaches ont été traitées par des antibiotiques et le temps nécessaire à l'élimination de ces substances n'aurait pas été respecté.

La présence de bactéries lactiques dans les échantillons des autres sites par contre se justifierait par l'hygiène défaillante des outils de la traite ou par la présence naturelle de bactéries lactiques dans les pis des vaches [36]. Ces résultats sont en accord avec ceux de [37] qui évoquaient toujours les conditions traditionnelles et l'hygiène de traite comme justificatif. Une différence significative a été observée lorsqu'on passe des CO vers les CA pour 50 % des échantillons, ce qui pourrait s'expliquer par l'amélioration des conditions hygiéniques de la traite notamment l'hygiène des ustensiles de la traite (désinfection à l'alcool, utilisation de récipients stériles pour recueillir le lait). Bien que les bactéries lactiques soient présentes dans nos échantillons, on peut observer que leur concentration est moins élevée que dans les échantillons venus d'Algérie par exemple, où la concentration est généralement de l'ordre de 10^7 [38]. Cette faible concentration en bactéries lactiques serait liée à l'utilisation incontrôlée d'antibiotiques par les éleveurs. Les échantillons de lait analysés ont été fortement contaminés par les levures et les moisissures. Ces résultats traduisent le non-respect des règles d'hygiène au niveau de ces fermes notamment une mauvaise hygiène des ustensiles utilisés au moment de la traite et l'état de l'environnement comme ont pu le démontrer [39]. Quelques fois il a été constaté que les ustensiles servant à recueillir le lait contenaient des débris et en plus le vent pouvait souffler et ramener la poussière dans le

lait, dans la mesure où la traite se faisait à l'air libre. Les résultats obtenus au cours de ces analyses sont en accord avec ceux de [23] obtenus au Mali, avec des valeurs de $2,8 \times 10^5$ UFC/mL ; et d'autre part avec ceux de [34] obtenus en Algérie avec des valeurs de l'ordre de 10^6 UFC/ml pour les levures et 10^4 UFC/ml pour les moisissures. L'amélioration des conditions de la traite a permis de réduire significativement la flore fongique pour un site donné. Bien que la charge en flore fongique soit réduite dans les conditions améliorées, la présence de ces microorganismes dans certains échantillons, serait liée à certains facteurs biotiques incontrôlables tels que le vent et la température [33] étant donné que la traite s'est déroulée à l'air libre et non dans un environnement adéquat. Une flore abondante en coliformes a été dénombrée. Cette abondance en coliformes fécaux et totaux dans les CO serait due aux mauvaises pratiques au niveau de ces sites, notamment l'eau de mauvaise qualité utilisée pour le lavage des ustensiles, les déjections des vaches dans les enclos et le sol [37]. En effet les éleveurs dans l'ensemble ne se lavent pas les mains avant de traire les vaches, ce qui peut avoir pour conséquence un apport de coliformes lié à l'homme. Des résultats similaires ont été obtenus par [33]. Nos résultats en coliformes totaux sont inférieurs à ceux rapportés par [35] dont les valeurs étaient de l'ordre de 10^5 . Les travaux de [22] effectués sur le lait du Maroc et ceux de [40] effectués en Algérie, rapportent que la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de la contamination fécale.

En effet, certains coliformes sont présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement laitier. L'augmentation du taux d'échantillons respectant la norme lors du passage des CO vers les CA se justifie par l'application de quelques règles d'hygiène. Bien que, certaines conditions hygiéniques soient améliorées, d'autres restent incontrôlables, dans la mesure où la traite s'effectue à l'air libre (température, le vent). Les résultats similaires ont été rapportés par [33]. Par ailleurs, l'absence de coliformes dans certains échantillons peut s'expliquer par les pratiques de tétée préalables à la traite. Cette pratique aurait une incidence sur la diminution de la contamination par les coliformes fécaux dans le lait, étant donné que les premiers jets de lait sont fortement contaminés [41]. La présence de chiens et autres carnivores dans l'environnement des vaches peut constituer une source de contamination des ustensiles qui ne sont pas toujours rangés mais laissés à la portée de ces animaux [28]. La différence de charge en coliformes fécaux et totaux observée dans les deux conditions de traite serait due à la bonne pratique de l'hygiène [33]. L'amélioration des conditions de traite a induit une diminution significative de coliformes pour les échantillons d'un même site. Ainsi, l'eau de bonne qualité utilisée pour le lavage des ustensiles, le lavage des mains du trayeur et le lavage des pis auraient eu un effet bénéfique [36].

Les travaux de [42] ont montré que la contamination faible par les germes fécaux serait liée à une alimentation quasi-totale des animaux sur pâturage avec des parcs moins souillés contrairement aux autres études où l'alimentation des vaches laitières se fait à l'étable pouvant être source de contamination. La présence des streptocoques fécaux dans nos échantillons serait due : à une contamination d'origine fécale, à la mauvaise conservation des ustensiles utilisés pour la traite et le passage d'un oiseau au moment de la traite. En général, le taux de streptocoques fécaux renseigne sur l'état de santé des vaches et conditions hygiéniques de la traite [22, 39]. Ces résultats corroborent ceux de [43] sur les laits de l'Ouest Algérien. Le taux de 60 % de contamination observé dans les CO est faible, comparé au taux de 80% obtenu en Algérie par [43]. Des taux de 43,14 % et 40,1 %, plus faibles ont été obtenus par [44] en Algérie. Bien que la charge en streptocoques fécaux soit réduite dans les CA, la présence de ces microorganismes dans les 30 % des échantillons de lait serait due à certains facteurs biotiques incontrôlables tels que le vent, la température dans la mesure où la traite qui se déroule à l'air libre. La présence des staphylocoques dans le lait serait due à la non application lors de la traite des règles d'hygiène telles que : le non lavage des mamelles ; le non lavage de la main du trayeur et de l'état de l'environnement. Les staphylocoques sont d'abord des bactéries liées à l'animal lui-même [45, 40]. Les résultats obtenus sont en accord avec ceux obtenus

par [23]. Les travaux de [12] ont révélé des taux 81,93 % supérieurs aux nôtres (70 %). Certains auteurs tels que [22] par contre ont observé une absence totale de ces bactéries dans leurs échantillons de lait cru. La présence dans les 20 % des échantillons peut s'expliquer par certains facteurs non maîtrisables comme le vent. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par [33]. Les résultats ont révélé que 20 % des échantillons étaient contaminés par les salmonelles dans les CO. La principale source de contamination serait d'origine fécale, par la dissémination des bactéries dans l'environnement, puis la contamination de la peau des mamelles, du matériel de traite et enfin le passage dans le lait [40]. Par ailleurs, les travaux de [39] effectués au Bénin et ceux de [23, 35] réalisés dans l'Est de l'Algérie n'ont révélé aucun cas de *Salmonella* spp. Compte tenu de la présence de microorganismes potentiellement pathogènes dans les échantillons analysés, ces laits pourraient être à l'origine de nombreux problèmes de santé. Les réductions du nombre de colonies observées au cours de ces travaux signifient que l'application des quelques règles d'hygiène au cours de la traite du lait a été efficace. Ce qui est en accord avec les résultats obtenus par [33] au cours de la détermination de la qualité bactériologique des laits crus et pasteurisés au Burkina Faso. D'autre part, en Côte d'Ivoire, [28] a montré que les bonnes pratiques d'hygiène appliquées à la chaîne de production, transformation et distribution des produits laitiers à Abidjan, ont amélioré la qualité microbiologique du lait et produits laitiers.

5. Conclusion

Cette étude a eu pour but d'une part, d'évaluer quelques propriétés physico-chimiques et microbiologiques du lait cru et d'autre part, quantifier l'effet de l'amélioration des conditions hygiéniques sur la qualité du lait dans la ville de Maroua. Dans l'ensemble il en découle que la méconnaissance et la non application des règles d'hygiène lors de la traite a eu un impact réel sur la qualité du lait cru. Il en ressort également que les caractéristiques physico-chimiques n'étaient pas satisfaisantes dans l'ensemble avec 90 % d'échantillons ne répondant pas aux normes pour l'acidité et 80 % des échantillons de lait cru ayant une densité inférieure à 1,028. Les analyses microbiologiques portant sur la flore lactique, la FAMT, les coliformes fécaux et totaux, les streptocoques fécaux, les staphylocoques et les salmonelles ont révélé que les échantillons de lait cru collectés dans les conditions ordinaires n'étaient pas acceptables du point de vue qualité. L'amélioration des conditions hygiéniques de la traite a influencé significativement la qualité microbiologique des échantillons de lait cru analysés. Des taux de réduction des microorganismes importants ont été relevés. Ainsi :

- pour la FAMT, des 90 % d'échantillons ne répondant pas aux normes, on est passé à environ 70 % d'échantillons répondant aux normes ;
- 80 % d'échantillons ont été contaminés dans les CO par la flore fongique, mais après amélioration des conditions de traite, ces microorganismes n'ont pas été détectés dans 50 % d'échantillons ;
- pour les coliformes fécaux, l'amélioration des conditions de traite a permis de passer de 30 % d'échantillons ne respectant pas la norme dans les CO à 10 % dans les CA ;
- par rapport aux staphylocoques, dans les CO, le taux échantillons contaminés est passé de 70 % dans les CO à 20 % seulement dans les CA.

Pour produire du lait de bonne qualité et avoir par la suite des produits dérivés sains, il serait judicieux de former et d'éduquer les fermiers du point de vue de l'hygiène. Il sera nécessaire dans la suite de cette étude d'identifier la flore microbienne dénombrée.

Références

- [1] - C. VERRAES, W. CLAEYS, S. CARDOEN and L. HERMAN, "Lait cru à chauffer avant consommation : Brochure explicative à l'attention des consommateurs", Ed Comité scientifique de l'Agence alimentaire (AFSCA), (2015) 8 - 17
- [2] - J. M. VOCORET, "Résistance aux allergies : les vertus du lait cru prouvées par une étude d'envergure", 23 (2015) p 24 <http://www.fedou.com/wp-content/uploads/2015/01/Les-vertus-du-lait-cru.pdf>, consulté le 17 Août 2017
- [3] - C. CORNIAUX, L'industrie laitière en Afrique de l'Ouest : histoire, stratégies et perspectives. Projet « Milky Way for Development » CIRAD/PPZS, BP 6189 Dakar Etoile, Sénégal, (2015) 32 p. https://agritrop.cirad.fr/575311/1/document_575311.pdf Consulté le 5 juin 2018
- [4] - J. AMIOT, P. PAUL, S. FOURNIER, Y. REBEUF and R. SIMPSON, In *Science et technologie du lait, transformation du lait*, Ed. VINGOLE C.L., (2010)
- [5] - J. KOTCHO, BONGKWAHA, S. NGUEDJI and J.C. TSOGNIA YANZEU, "Filière laitière au Cameroun", (2006) 69 p.
- [6] - J. BOUTRAIS, "Lait et produits laitiers en Adamaoua" (2007) 434 pages http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-07/010038345 consulté en Juillet 2017
- [7] - S. LAIRINI, N. BEQQALI, R. BOUSLAMTI, R. BELKHOU and F. ZERROUQ, *Afrique Science*, 10 (4) (2014) 267 - 277
- [8] - E. MANI-LÓPEZ, E. PALOU, and A. LÓPEZ- MALO, *J. Dairy Sci.*, 97 (5) (2014) 2578 - 2590
- [9] - ACAGER, "Rapport final sur le Programme d'amélioration de la productivité agricole, composante appui au développement de la filière laitière", (2013) 93 p.
- [10] - H. MEKROUD and M. BOUNECHADA, *Agriculture*, 2 (2011) 14 - 23
- [11] - H. BURTIN, A. CHERUEL, E. COLLU, E. DUDOGNON, C. MOUREAU, C. SCHMITT, H. PACE, M. LESSIS and F. BORGES, "Sécurité sanitaire des aliments " Ensaia, Université de Lorraine, (2014) 55
- [12] - K. GHAZI and A. NIAR, *Tropicultura*, 29 (2011) 193 - 196
- [13] - EFSA - European Food Safety Authority, "Scientific Opinion on the public health risks related to the consumption of raw drinking milk", *EFSA Journal*, 13 (1) (2015) 3940
- [14] - A. FADILA and Y. MAR-YAMOU, "Caractéristiques physico-chimiques et microbiologique du lait fermenté dans la ville de Maroua", Mémoire DIPES II, ENS, Université de Maroua, (2015) 1 - 57
- [15] - AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS), Official Methods of Analysis, of International. (18th Edition) AOAC, Gaithersburg, MD, United States of America, (8) (2005) 8 - 25
- [16] - T. C. NGASSAM, "Caractérisation de la flore lactique des laits fermentés artisanaux au Sénégal : cas de la zone de Niayes" Thèse de Doctorat, Université de Dakar, (2007) 21 p.
- [17] - ABDELATIF BENSALAH, "Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de lait cru et diagnostique de brucellose et mammites dans la région de Tlemcen en Algérie ", Mémoire d'Ingénieur, Université Abou Bekr Belkaid d'Algérie, (2010) 80 p.
- [18] - NF V08-051 : "microbiologie des aliments Dénombrement des microorganismes par comptage des colonies obtenues à 30°C. Méthode de routine. " (1999) 8 pages https://www.lavoisier.fr/livre/autre/nf-v08-051-microbiologie-des-aliments-denombrement-des-microorganismes-par-comptage-des-colonies-obtenues-a-30-celsius-methode-de-routine/descriptif_1972990. Consulté en juin 2017
- [19] - FDA. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, Bacteriological Analytical Manual [online] (2001) Available at:<http://www.911emg.com/Ref/20Library/20ERG/FDA/20Bacteriological/20Analysis.pdf> consulté en juillet 2017
- [20] - J. L. CUQ, " Microbiologie Alimentaire" Université de Montpellier II, Ed. Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, (2007)

- [21] - J. MAÏWORE M. P. BAANE, L. TATSADJIEU NGOUNE, J. ANYINDONG, A. NKONGHO EPAW and C. M. MBOFUNG, *International Journal of Microbiology Research*, 9 (8) (2017) 913 - 918
- [22] - C. L. VIGNOLA, "Science et technologie du lait, Transformation du lait", Edition Presses internationales polytechniques, 2 (2010) 532 p.
- [23] - B. BONFOH, A. FANE A, P. I. STEINMANN, M. HETZEL, A.N. TRAORE, M. TRAORE, C. F. CIMBE, I. O. ALFAROUK, J. NICOLET, J. A. AKAKPO Z. FARAH and J. ZINSSTAG, *Etudes et recherches sahéliennes*, 8-9 (2003) 19 - 27
- [24] - A. DEBOUZ, L. GUERGUER, A. HAMID OUDJANA, HADJ SEYD AEK, *Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes*, 7 (2) (2015) 10 - 17
- [25] - B. N. BENHEDANE, "Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est Algérien" mémoire de Magister en Sciences alimentaires", Université de MENTOURI, (2012) 1 - 123 p.
- [26] - CIPC LAIT COMMISSION INTERPROFESSIONNELLE DES PRATIQUES CONTRACTUELLES, "Avis relatif à la définition et aux méthodes d'analyse de l'acidité du lait", (2011) 02
- [27] - J. HASSAINYA, M. PADILLA and S. TOZANLI, "Lait et produits laitiers en Méditerranée, des filières en pleine restructuration", Paris, Karthala, (2006)
- [28] - S. M. KOUAME-SINA, A. BASSA, A. DADIE, K. MAKITA, M. DJE and B. BONFOH, *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales*, 8 (2010) 08 p.
- [29] - M. O. KOUSSOU, P. GRIMAUD and L. Y. MOPATE, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 60 (1-4) (2007) 45 - 49
- [30] - N. OUAZZANI TAYBI, A. ARFAOUI and M. FADLI, *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 9 (2) (2014) 487 - 493
- [31] - A. GONFA, H. A. FOSTER and W. H. HOLZAPFEL, *Int. J. Food Microbiol.*, 68 (2010) 173 - 186
- [32] - J. P. GUIRAUD and J. P. ROSEC, "Pratique des normes en microbiologie alimentaire" Edition AFNOR, (2004) 95 p.
- [33] - M. SISSAO, V. MILLOGO and G. A. OUEDRAOGO, *Afrique Science*, 11 (1) (2015) 142 - 154, <http://afriquescience.info>
- [34] - B. YABRIR HAKEM A. EX AKAM and A. MATI, *Scientific Journal of Animal Science*, 2 (8) (2013) 215 - 221
- [35] - N. BACHTARZI, L. AMOURACHE and G. DEHKAL, 2015 International Journal of Innovation and Scientific Research, 17(1) (2015) 34 - 42
- [36] - O. MOUNA, "Biodiversité des bactéries lactiques dans le lait cru et ses dérivés «Lben» et- «Jben»" d'origine marocaine, Thèse de Doctorat, Université Mohammed V - Agdal, Maroc, (2010) 1 - 132
- [37] - A. F. BELDJILALI, "Contribution à l'étude microbiologique et sanitaire du lait cru de brebis de la région Ouest Algérie", Doctorat en Microbiologie appliquée, Université d'Oran 1, (2015) 1 - 164
- [38] - M. KACEM, H. ZADI-KAREM and N-E. KAREM, *Renc. Rech. Ruminants*, (2002) 187 - 191
- [39] - S. FAROUGOU, T. M. KPODEKON, P. SESSOU, I. YOUSAO, C. BOKO, B. YEHOUEOU and S. DOMINIQUE, "Actes du 3^{ème} Colloque des Sciences, Cultures et Technologies" de l'UAC-Bénin, (2009)
- [40] - B. N. BENHAMED, Université d'Oran, "Evaluation de la qualité microbiologique et sanitaire du lait cru dans la région d'Oran (Algérie) ", Thèse unique, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie, (2014) 141
- [41] - M. T. SRAÏRI and A. HAMAMA, *Livestock research for rural development*, 7 (18) (2006) 1N8
- [42] - K. SEME, W. PITALLA and G. E. OSSEYI, *European Scientific Journal*, 36 (11) (2015) 359 - 376
- [43] - H. AGGAD, F. Y. MAHOUS, A. AHMED and M. KIHAL, *Rev. Méd. Vét.*, 160 (12) (2009) 590 - 595
- [44] - M. HAMIROUNE, A. BERBER and S. BOUBEKEUR, *Ann. Méd. Vét.*, 158 (2014) 137 - 144
- [45] - V. MILLOGO, K. SVENNERSTEN SJAUNJA, G. A OUEDRAOGO and S. AGENAS, *Food Control*, 21 (2010) 1070 - 1074